

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 47.849

N° 1.475.765

Classification internationale :

F 04 d

Perfectionnements aux appareils à arbre vertical tournant à grande vitesse. (Invention : Louis Paul Henri MEULIEN, Marcel Gustave ROUSSEAU et Léonide RUBET.)

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION
résidant en France (Seine).

Demandé le 31 janvier 1966, à 16^h 5^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 27 février 1967.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 14 du 7 avril 1967.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention a pour objet un appareil à arbre vertical entraîné à des vitesses de rotation élevées et plus spécialement une pompe à vide turbomoléculaire. Les pompes turbomoléculaires à axe vertical sont aujourd'hui bien connues et l'on peut se reporter à cet égard au certificat d'addition n° 81 075 du 23 janvier 1962 rattaché au brevet français n° 1 304.689 du 4 août 1961.

Les appareils de ce genre posent des problèmes technologiques aigus de centrage et de maintien en position du rotor en raison des vitesses élevées d'entraînement, des faibles jeux fonctionnels existant entre les parties fixes et les parties mobiles, des vibrations, des contraintes centrifuges, etc., problèmes encore aggravés dans le cas des pompes à vide du fait de l'obligation d'éliminer tout risque de remontée, même infinitésimale, de lubrifiant en direction de l'enceinte à vider.

La présente invention permet, par l'adoption de modes adéquats de support du rotor assurant son centrage et son maintien en position correcte, de se dispenser de tout fluide de graissage à l'intérieur du corps de l'appareil. Selon l'invention, le rotor à axe vertical est centré et maintenu en position par des moyens magnétiques ou électromagnétiques évitant tout contact mécanique direct entre partie tournante et partie fixe et il est de même entraîné en rotation par des moyens moteurs ne faisant appel à aucune traversée de l'enveloppe fixe de l'appareil par une liaison matérielle mobile telle qu'un arbre moteur ou autre transmission mécanique, d'où l'absence de toute nécessité de lubrification.

La présente invention reçoit une application particulièrement intéressante dans la construction des pompes turbomoléculaires.

La description qui va suivre en regard du dessin annexé, donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être réa-

lisée, les particularités qui ressortent tant du dessin que du texte faisant, bien entendu, partie de ladite invention.

La figure 1 est une coupe axiale schématique d'une pompe turbomoléculaire agencée selon la présente invention.

Les figures 2 à 8 sont des vues analogues illustrant diverses variantes de réalisation.

La pompe à vide turbomoléculaire à axe vertical X-X représentée sur la figure 1 comporte un carter 1 débouchant, d'une part, à sa partie supérieure par un orifice d'admission 2 de grande conductance communiquant avec l'enceinte à vider et, d'autre part, à sa partie inférieure par un orifice de refoulement 3 disposé latéralement et relié à une pompe à vide préliminaire. Le corps de pompe est agencé *grosso modo* comme décrit dans le certificat d'addition susmentionné. Son stator est constitué par un empilage de disques circulaires 4 emmanchés dans le carter 1 avec interposition de rondelles d'étanchéité 5 et bloqués contre un épaulement interne 1a du carter par une butée élastique 6. Le rotor est également constitué par un empilage de disques circulaires 7 intercalés alternativement entre les disques fixes 4 avec un certain jeu fonctionnel et enfilés sur un manchon rotatif 8, l'ensemble des disques tournants 7 étant bloqué contre l'épaulement terminal 8a du manchon par un flasque rapporté 9.

Le carter 1 comporte à sa partie supérieure, à l'aplomb du rotor, un dispositif électromagnétique de suspension qui est constitué essentiellement par un boîtier étanche 10 soutenu par trois bras radiaux 11 dont l'un au moins est creux; à l'intérieur de ce boîtier est logée la bobine d'excitation 12 d'un électro-aimant à noyau 12a reliée à un circuit électrique d'alimentation 13 par des fils 14 traversant le bras creux 11. Ce dispositif électromagnétique assure la suspension du rotor de la pompe et coopère

à cet effet avec une pièce en matériau ferro-magnétique doux 15 fixée à l'extrémité supérieure du manchon rotatif 8 avec interposition d'une rondelle d'étanchéité 16 de façon à obturer hermétiquement l'intérieur de ce manchon. La pièce magnétique 15 subit l'attraction de l'électro-aimant 12 avec une force dirigée vers le haut qui équilibre le poids du rotor. Cet équilibre est réalisé d'une manière connue en maintenant constante l'entrefer axial 17 entre les surfaces en regard du boîtier 10 et de la pièce 15, grâce à un détecteur adéquat de position 18 commandant un régulateur 19 du courant d'excitation engendré par le circuit d'alimentation 13, celui-ci étant ainsi asservi à l'entrefer 17.

La suspension et la stabilisation axiale du rotor par voie électromagnétique, ainsi assurées, doivent être complétées par une stabilisation radiale de celui-ci. A cet effet, la présente invention prévoit, à la partie inférieure du rotor, un palier magnétique 20 porté par un fond 21 fixé au bas du carter 1 avec interposition d'une rondelle d'étanchéité 22. Dans le palier tourne, à la manière connue, sans contact mécanique et avec un jeu radial constant, une douille 23 fixée sur un arbre 24 solidarisé avec le manchon 8.

On voit donc clairement que le rotor de la pompe se trouve supporté et centré sans qu'à aucun moment il n'y ait un contact physique quelconque entre une pièce mobile et une pièce fixe, ce qui permet, comme on l'a dit, de se dispenser de toute lubrification.

Cette dernière condition est respectée aussi pour ce qui est de l'entraînement du rotor, en évitant le recours à une quelconque traversée de l'enveloppe fixe de la pompe par un arbre moteur, ce qui de surcroît élimine tout problème d'étanchéité que ne manquerait pas de poser une telle traversée.

Conformément à la présente invention, l'entraînement du rotor est assuré sans liaison mécanique matérielle entre l'extérieur et l'intérieur de l'enveloppe de la pompe, par l'entremise d'un dispositif d'accouplement magnétique comprenant un organe menant externe 25 entraîné en rotation par un moteur adéquat (par exemple une petite turbine à air comprimé) et un plateau mené interne 26 calé sur l'arbre 24 du rotor, des dents en saillie 27 et 28 étant ménagées sur les faces en regard des pièces menante et menée 25 et 26 respectivement. Entre ces dernières est interposée une paroi étanche 29 fixée sur le fond 21, avec interposition d'une bague d'étanchéité 30, au moyen d'un écrou 31. Cette paroi étanche 29, en forme de cuvette ou de dé, est en une matière non conductrice afin d'éviter l'échauffement et les pertes par courants de Foucault dans sa masse.

On notera que les pièces rotoriques 8-9, 23-26 sont bloquées dans le sens axial sur l'arbre 24 entre une butée 24a solidaire de l'extrémité supérieure de

l'arbre 24 et un écrou 32 et un contre-écrou 33 vissés sur une portée filetée vers l'extrémité inférieure de celui-ci.

La pompe qui vient d'être décrite est complétée par un dispositif de sécurité à entrer en action en cas de panne du dispositif électromagnétique de suspension. Pour éviter la descente du rotor jusqu'au contact des disques mobiles 7 avec les disques fixes 4, ce qui causerait de graves avaries sinon une destruction complète de la machine, une butée à bille 34 est montée dans la paroi étanche 29, dans l'axe de l'arbre 24, à proximité immédiate du bout inférieur 24b de celui-ci.

Si le dispositif de suspension électromagnétique tombe en panne, par exemple à la suite d'une coupure intempestive du courant d'excitation de la bobine 12, la chute du rotor est limitée à une très faible hauteur, inférieure à l'écartement axial minimum entre les disques fixes et mobiles 7, par la butée à bille 34 qui fait office de heurtoir.

Toutefois, le rotor peut pivoter légèrement autour de la bille 34 et son axe s'incliner par rapport à la verticale par suite de la disparition de l'effort d'attraction qui était exercé par le dispositif électromagnétique de suspension, d'où un risque de contact physique à la périphérie des disques tournants supérieurs. Pour éviter une telle inclinaison de l'axe du rotor, on peut substituer à l'unique bille axiale 34 une butée annulaire à billes 35 (voir fig. 2) entourant l'arbre 24 et interposée entre le sommet central 21a du fond et le flasque 9. Cette butée comporte au moins trois billes dans une cage, une bague fixe 35a solidaire du fond 21a et une bague mobile 35b solidaire du flasque 9, cette dernière bague n'étant pas normalement en contact avec les billes.

Il est avantageux, en tout état de cause, de prévoir un dispositif de freinage du rotor qui entre automatiquement en action dès qu'une panne quelconque se manifeste.

Si la panne est limitée aux moyens électromagnétiques de support, le moteur d'entraînement continuant à fonctionner, on peut transformer ce dernier en générateur, provoquant ainsi un couple résistant sur le rotor de la pompe. Par exemple, dans le cas de l'utilisation d'un moteur d'induction, au moment du changement de régime, la fréquence du courant d'alimentation du moteur sera inférieure à la fréquence de rotation de la pompe; le moteur fonctionnera alors en génératrice asynchrone. Une disposition analogue peut être prévue dans le cas d'un moteur synchrone.

En cas de panne générale, le moteur ne pouvant pas jouer le rôle de ralentisseur, il peut être avantageusement prévu un frein électromagnétique constitué par exemple par deux secteurs diamétralement opposés combinés avec des électro-aimants. Lorsque

ceux-ci sont alimentés, les secteurs libèrent le rotor; en cas de panne générale, l'excitation cesse et les deux secteurs viennent en contact avec le rotor, assurant son guidage et son ralentissement. Ce dispositif peut être placé en n'importe quel point du rotor.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, le noyau 12a et le boîtier 10 de l'électro-aimant du dispositif de suspension électromagnétique se terminent vers le bas par une partie effilée 36 de faible surface terminale. De même, le manchon rotatif 8 est surmonté d'une pièce ferro-magnétique effilée 37 également de faible surface terminale. Ainsi le flux magnétique se concentre dans l'entrefer de largeur limitée et il en résulte un effet d'autocentrage.

L'entraînement du rotor à partir du moteur M qui peut être une turbine à air comprimé, se fait comme précédemment par l'entremise d'un accouplement magnétique, mais l'organe menant 25' n'est plus en forme de cloche: c'est ici un simple plateau analogue à l'organe mené 26 calé sur l'arbre 24. La paroi étanche intermédiaire 29' aura dans ce cas elle aussi une forme plate.

Si le rotor n'a pas une dimension axiale trop élevée, les effets autocentreurs du dispositif de suspension électromagnétique agissant à la partie supérieure et de l'accouplement magnétique agissant à la partie inférieure, suffisent pour assurer le centrage du rotor et l'on peut se dispenser du palier magnétique 20-23 prévu sur les figures 1 et 2.

On peut aussi remplacer le palier magnétique 20-23 à entrefer radial par un palier magnétique à entrefer axial 38 (voir fig. 4).

Dans les variantes des figures 5, 6 et 7, le moteur d'entraînement M est incorporé à la machine et logé dans le carter 1, son rotor étant supporté par celui de la pompe. Il est alors inutile d'avoir recours, comme dans les exemples précédents, à un accouplement magnétique avec interposition d'une paroi étanche, puisque toutes les pièces mobiles se trouvent à l'intérieur du carter 1.

La transmission entre le moteur M et le rotor de la pompe se fait, dans l'exemple de la figure 5, par un arbre flexible 39 dont l'extrémité supérieure est clavetée sur le manchon 8. En vertu de sa flexibilité, l'arbre 39 produit, d'une façon connue, un effet automatique de centrage.

A l'arrêt de la machine ou en cas de panne de la suspension électromagnétique, le rotor vient porter contre un dispositif de butée fixe 40.

Dans l'exemple de la figure 6, on adopte un moteur électrique d'entraînement à inducteur fixe 41 en U et à induit tournant 42 en alliage léger de forme cylindrique ou de révolution, fixé sur l'arbre 24 du rotor de la pompe. Un tel moteur intégré est intéressant car son rotor est pratiquement dépourvu d'inertie et de réaction radiale.

Dans le cas d'un moteur électrique ordinaire, il

convient de prévoir une butée telle que 43 (fig. 7) pour recevoir le cas échéant son rotor.

Avec la variante de la figure 8, on revient à la disposition extérieure du moteur d'entraînement M et à l'accouplement magnétique avec interposition d'une paroi étanche non conductrice. Cette paroi 45 est en forme de doigt de gant retourné à l'intérieur du manchon 8 où elle pénètre profondément jusqu'à proximité de l'extrémité supérieure du rotor. A l'intérieur du doigt de gant 45, c'est-à-dire à l'extérieur du corps de la pompe, s'étend un arbre moteur 46 en bout duquel est monté l'organe menant 47 d'un accouplement magnétique à entrefer radial, l'organe mené 48 se trouvant de l'autre côté du doigt de gant 45 et étant solidaire du manchon 8, sa fixation se faisant à l'aide d'une bague filetée 49 vissée dans un alésage taraudé 50 du manchon. Comme on peut s'en rendre compte aisément, cette disposition a pour effet de rapprocher le dispositif de suspension électromagnétique et l'accouplement suspension électromagnétique et l'accouplement magnétique.

Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne sont que des exemples et l'on pourrait les modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention. En particulier, au lieu d'une suspension électromagnétique agissant par attraction sur la partie supérieure du rotor de la pompe, on pourrait utiliser une suspension analogue mais qui agirait par répulsion sur la partie inférieure de ce rotor.

RÉSUMÉ

La présente invention comprend notamment:

1° Un appareil comportant un rotor à axe vertical tournant à grande vitesse, cet appareil étant caractérisé en ce que son rotor est centré et maintenu en position par des moyens magnétiques, électromagnétiques ou analogues, évitant tout contact mécanique direct entre partie tournante et partie fixe et en ce que ledit rotor est entraîné en rotation par des moyens moteurs ne faisant appel à aucune traversée de l'enveloppe fixe de l'appareil par une liaison matérielle mobile telle qu'un arbre moteur ou autre transmission mécanique, d'où l'absence de toute nécessité de lubrification;

2° Des modes de réalisation présentant les particularités suivantes prises séparément ou selon les diverses combinaisons possibles:

a. Le rotor comporte une pièce ferro-magnétique soumise à l'action d'un dispositif de suspension électromagnétique asservi de manière à maintenir constant un entrefer séparant ladite pièce dudit dispositif de suspension;

b. Ce dernier agit par attraction magnétique, la pièce ferro-magnétique étant montée à la partie supérieure du rotor à axe vertical;

c. Le rotor est maintenu centré au moyen d'un palier magnétique à entrefer axial ou radial;

d. L'entraînement en rotation du rotor se fait à partir d'un moteur extérieur, par exemple une turbine à air comprimé, par l'entremise d'un accouplement magnétique dont l'organe menant se trouve à l'extérieur de l'enveloppe fixe et l'organe mené à l'intérieur de celle-ci;

e. Une paroi étanche en matériau non conducteur, fixée sur l'enveloppe, est interposée entre les organes menant et mené de l'accouplement magnétique;

f. Cette paroi étanche est en forme de doigt de gant;

g. Cette forme en doigt de gant est retournée vers l'intérieur de l'appareil;

h. L'entraînement en rotation du rotor se fait à partir d'un moteur intégré à l'appareil et disposé à l'intérieur de l'enveloppe fixe, ce moteur intégré étant relié directement au rotor par un arbre de transmission axial;

i. Cet arbre de transmission est flexible;

j. Le rotor du moteur intégré est constitué par un induit en alliage léger en forme cylindrique ou de révolution, tandis que le stator est un inducteur à section en U dans lequel tourne cet induit;

k. Une butée de sécurité, par exemple une butée à une ou plusieurs billes, est disposée de façon à limiter la course de descente du rotor en cas de panne du dispositif de suspension, cette butée n'étant normalement pas en contact avec le rotor lors du fonctionnement de l'appareil;

l. Un frein de sécurité à déclenchement automatique est agencé de façon à arrêter le rotor dans son mouvement de rotation en cas de panne;

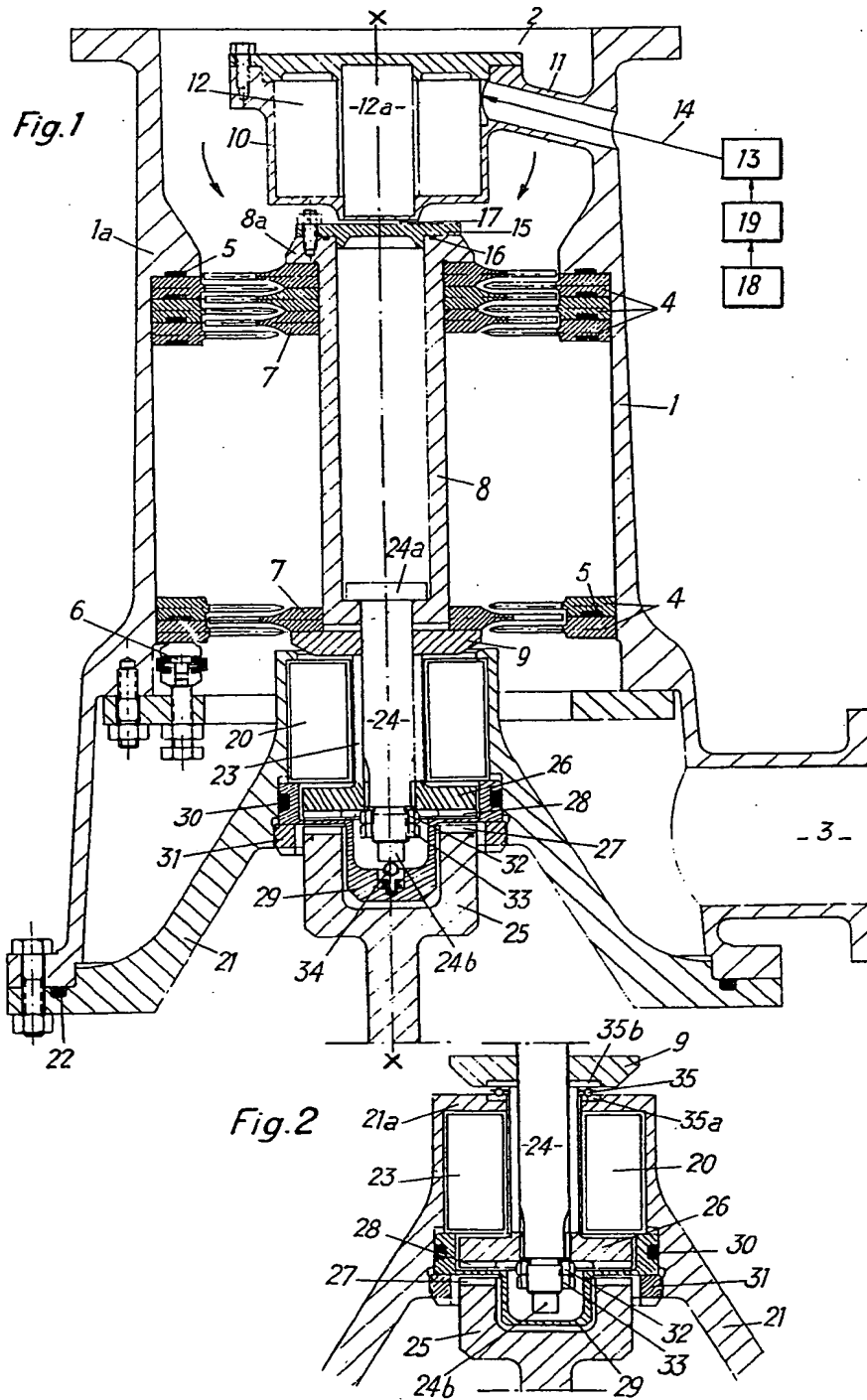
3° Les pompes turbomoléculaires à vide poussé, présentant une ou plusieurs des particularités techniques de l'invention.

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE
ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION

Par procuration :

L.-A. DE BOISSE

et de Construction de Moteurs d'Aviation



BEST AVAILABLE COPY

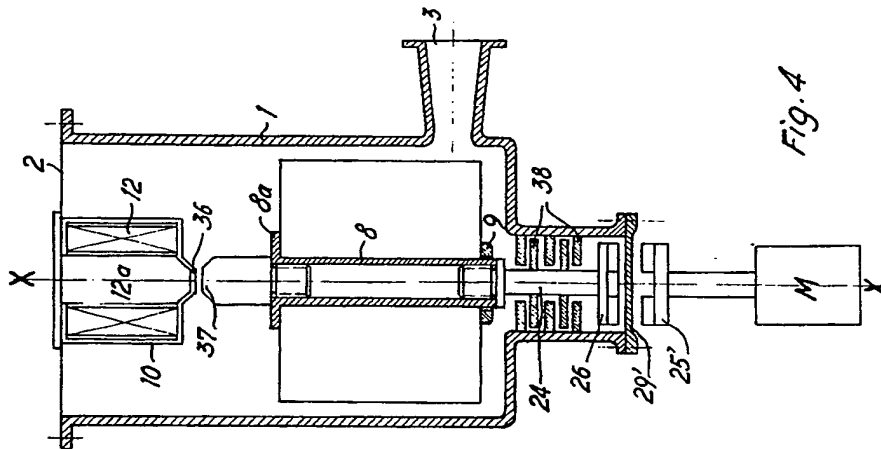


Fig. 4

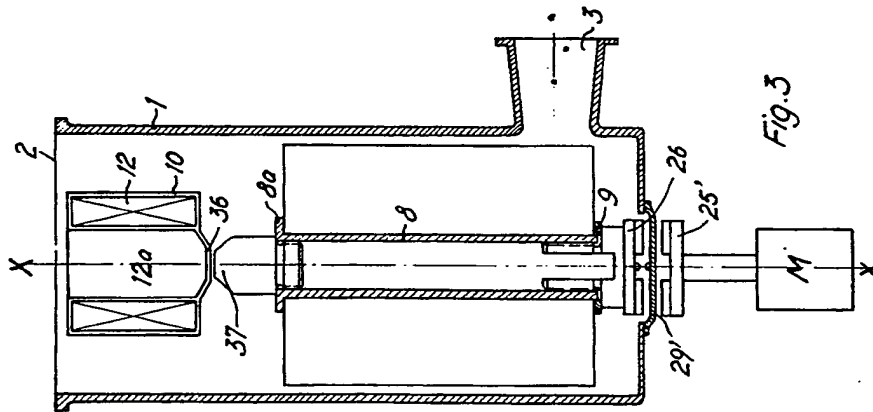


Fig. 3

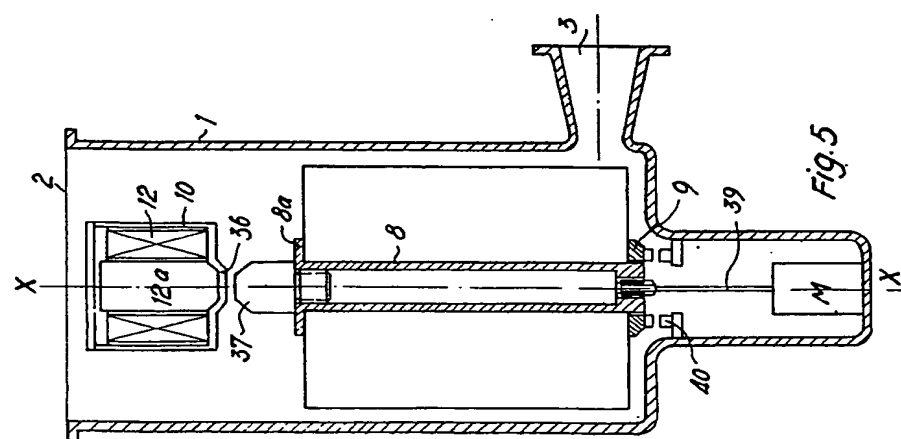
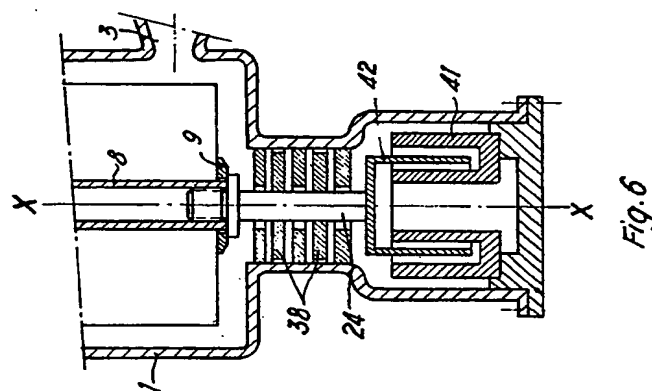
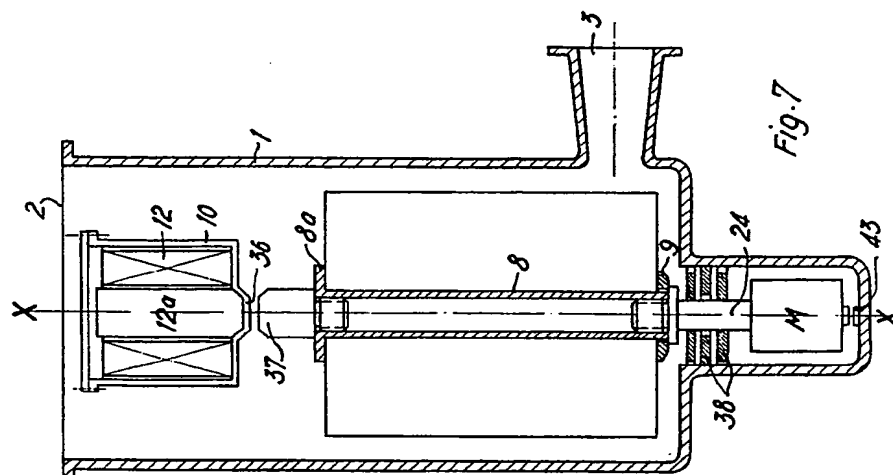


Fig. 8

